

Державний вищий навчальний заклад
Донецький національний технічний університет
Кафедра прикладної математики та інформатики

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Перший проректор

_____ Леонід Бачурін

«_____» _____ 2023 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ОНД 2.03 ПАРАЛЕЛЬНІ ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ

(шифр і назва навчальної дисципліни)

Рівень освіти: другий (магістерський)

Спеціальність (ості) **121 Інженерія програмного забезпечення**

(шифр і назва спеціальності)

Освітня програма **«Інженерія програмного забезпечення»**

(назва освітньої програми)

Мова навчання: українська

Робоча програма навчальної дисципліни ”Паралельні інформаційні системи” для здобувачів вищої освіти за спеціальністю 121 Інженерія програмного забезпечення

30 серпня 2023 року. – 8с.

Розробники:

Назарова І.А., к.т.н., доцент кафедри ПМІ, доцент



Робоча програма затверджена на засіданні кафедри прикладної математики та інформатики

Протокол № 8 від “ 31 ” серпня 2023р.

Завідувач кафедрою прикладної математики та інформатики

(підпис)

(Маслова Н.О.)
(прізвище та ініціали)

31.08.2023 р.

Схвалено науково-методичною комісією галузі знань 12 Інформаційні технології

Протокол №5 від “ 1 ” 09 2023р. Голова _____
(підпис)

(Башков Є.О.)
(прізвище та ініціали)

1. Загальна інформація

Форма навчання	Денна	Заочна
Статус	Нормативна	
Обсяг в кредитах ЄКТС	6	
Обсяг в годинах за навчальним планом, разом: в тому числі:	180	
лекції:	32	8
практичні заняття:	32	8
самостійна робота:	116	164
Форма підсумкового контролю	Екзамен	
Дисципліну викладають	Викладач 1 Назарова І.А. https://donntu.edu.ua/knt/pmi,iryna.nazarova@donntu.edu.ua Викладач 2 Александрова Олександра https://donntu.edu.ua/knt/pmi,oleksandra.aleksandrova@donntu.edu.ua	

Передумови для вивчення дисципліни: успішному вивченню дисципліни «Паралельні інформаційні системи» сприяє попереднє опанування такими дисциплінами, як «Дискретна математика», «Вища математика», «Дискретний аналіз», «Дискретні структури і алгоритми», «Чисельні методи».

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Дисципліна “Паралельні інформаційні системи” має своєю метою формування знань та вмінь студента в області сучасних інформаційних, паралельних, багатопроцесорних комп’ютерних систем, методів розробки та оцінки ефективності алгоритмічного та програмного забезпечення для сучасних комп’ютерів.

Компетентності:

- ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- ЗК03. Здатність проводити дослідження на відповідному рівні.
- ЗК02. Здатність спілкуватися іноземною мовою як усно, так і письмово.
- ЗК04. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами інших галузей знань/видів економічної діяльності).
- ЗК05. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).
- ФК01. Здатність аналізувати предметні області, формувати, класифікувати вимоги до програмного забезпечення.
- ФК03. Здатність проєктувати архітектуру програмного забезпечення, моделювати процеси функціонування окремих підсистем і модулів.
- ФК07. Здатність критично осмислювати проблеми у галузі інформаційних технологій та на межі галузей знань, інтегрувати відповідні знання та розв’язувати складні задачі у широких або мультидисциплінарних контекстах.
- ФК09. Здатність забезпечувати якість програмного забезпечення.

Програмні результати навчання:

- ПРН03 Будувати і досліджувати моделі інформаційних процесів у прикладній області.

ПРН04 Виявляти інформаційні потреби і класифікувати дані для проєктування програмного забезпечення.

ПРН07 Аналізувати, оцінювати і застосовувати на системному рівні сучасні програмні та апаратні платформи для розв'язання складних задач інженерії програмного забезпечення.

ПРН08 Розробляти і модифікувати архітектуру програмного забезпечення для реалізації вимог замовника.

ПРН09 Обґрунтовано вибирати парадигми і мови програмування для розроблення програмного забезпечення; застосовувати на практиці сучасні засоби розроблення програмного забезпечення.

ПРН10 Модифікувати існуючі та розробляти нові алгоритмічні рішення детального проєктування програмного забезпечення.

ПРН17 Збирати, аналізувати, оцінювати необхідну для розв'язання наукових і прикладних задач інформацію, використовуючи науково-технічну літературу, бази даних та інші джерела.

3. Очікувані результати навчання

Основними результатами опанування дисципліни “Паралельні інформаційні системи” є:

- 1) оволодіння теоретичними і аналітичними методами та сучасними підходами до розробки та оцінюванні ефективності паралельних обчислень;
- 2) оволодіння ієрархічною декомпозиційною методикою розпаралелювання, методами застосування графових моделей, апарату графів залежностей та впливу;
- 3) оволодіння методами моделювання та аналізу паралельних обчислень, визначення комунікаційної та обчислювальної трудомісткості паралельних алгоритмів, оцінкою ефективності їх відображення на паралельні структури довільної топології;
- 4) застосування та розробка паралельних методів розв'язання типових задач обчислювальної математики;
- 5) оволодіння методами програмування на основі інтерфейсу передачі повідомлень *MPI*.

Внаслідок вивчення курсу студенти повинні вміти:

- розробляти паралельні методи розв'язання задач із використанням декомпозиційної ієрархічної методики та різних інформаційних графів алгоритмів, графів впливу;
- будувати відображення паралельних методів на паралельні структури різних архітектур та топологій;
- обчислювати динамічні характеристик паралельних методів чи алгоритмів, прискорення, ефективність, загальні накладні витрати, масштабування, функцію ізоелементності;
- оцінювати тимчасову складність паралельних методів та виявляти області пріоритетного застосування;
- конструювати паралельне програмне забезпечення із використанням бібліотеки *MPI* для довільної паралельної архітектури та для кластерних архітектур;
- розв'язувати типові задачі із комбінаторного аналізу, методів сортування, теорії неорієнтованих та орієнтованих графів на ПОС;
- розв'язувати типові задачі чисельного аналізу, лінійної алгебри, теорії звичайних диференціальних рівнянь на ПОС.

4. Засоби діагностики результатів навчання

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання можуть бути:

- екзамен;
- практичні роботи;
- презентації результатів виконаних завдань та досліджень.

5. Критерії оцінювання результатів навчання

Критерії оцінювання мають формулювати порядок оцінювання під час поточного контролю (за результатами практичних занять) та підсумкового контролю. Максимальний бал, визначений схемою оцінювання, наведеною нижче, можливо отримати за умови своєчасного та правильного виконання завдань. За наявності помилок або при несвоєчасному виконанні оцінка знижується до 60% від максимальної.

Поточний контроль для очної/заочної форм навчання							Поточний контроль	Іспит	Максимальна сума балів
Пр.1	Пр.2	Пр.3	Пр.4	Пр.5	Пр.6	Пр.7			
5	5	5	5	5	5	10	40	60	100
3	3	3	3	3	3	6	24		

Примітки: 1) Пр1, Пр2 і т.д практичні роботи;

2) У чисельнику максимальний бал – при своєчасному та правильному виконанні, у знаменнику – мінімальний (при правильному, але несвоєчасному виконанні)

Відповідність між шкалами встановлюється наступним чином:

Оцінка	
За 100-бальною шкалою	Для екзамену
90-100	відмінно
74-89	добре
60-73	задовільно
0-59	незадовільно

6. Програма навчальної дисципліни

6.1. Основні теми дисципліни

Тема 1. Паралельні інформаційні системи та паралельне програмування. Історія розвитку паралельних обчислювальних систем (ПОС). Області застосування ПОС та перелік задач “великий виклик”.

Тема 2. Системи класифікації та основні класи ПОС. Огляд сучасних ПОС. Принципи побудови ПОС. Особливості кластерних систем.

Тема 3. Моделі та аналіз ефективності паралельних обчислень.

Тема 4. Топологічні структури міжпроцесорного зв'язку: лінійка/кілець, сітка/тор гіперкуб та методи передачі інформації в ПОС.

Тема 5. Загальні методи розпаралелювання алгоритмів. Декомпозиційна ієрархічна методика. Інформаційні графи алгоритмів.

Тема 6. Динамічні характеристики якості паралельних алгоритмів: прискорення та ефективність. Масштабованість паралельних алгоритмів.

Тема 7. Паралельні чисельні методи розв'язання типових задач обчислювальної математики. Паралельні чисельні алгоритми матричного добутку. Алгоритми Фокса та Кеннона.

Тема 8. Паралельні алгоритми розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь (СЛАР) та їх відображення на довільні паралельні архітектури.

Тема 9. Огляд інтерфейсу MPI. Загальні функції. Передача повідомлень між окремими процесорами. Колективні операції.

6.2. Теми практичних (семінарських) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Д.ф.н.	З.ф.н.
1	Тема 1-6, 9 Тема 1 Знайомство з MPI. Установка й налаштування середовища	4	1
2	Тема 1-6, 7 Розробка та аналіз блокових паралельних методів матричного добутку	4	1
3	Тема 1-6, 7 Розробка та аналіз паралельних поліалгоритмів рекурсивного матричного добутку	4	1
4	Тема 1-6 Розробка та аналіз паралельних методів множення матриці на вектор	4	1
5	Тема 1-6, 7 Розробка та аналіз паралельних методів сортування даних	4	1
6	Тема 1-6, 8 Розробка та аналіз паралельних методів розв'язання систем лінійних рівнянь	4	1
7	Тема 1-6, 9-10 Розв'язання систем лінійних рівнянь із використанням віртуальної топології	8	2
	Усього годин	32	8

6.3. Теми лабораторних занять

Не передбачено навчальним планом

6.4. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Д.ф.н.	З.ф.н.
1	Тема 1 Огляд сучасних паралельних інформаційних систем (ПІС). Аналіз списків TOP-500 та Top-50.	10	10
2	Тема 2 Системи класифікації та основні класи ПОС. Кластерні системи СНД та України	10	20
3	Тема 3 Моделі та аналіз ефективності паралельних обчислень	10	20
4	Тема 4 Комунікаційні примітиви для операцій обміну даними у топологіях тор, гіперкуб та кільце	10	20
5	Тема 4 Колективні операції MPI та ефективність їх реалізації в кластерних системах	10	20
6	Тема 5 Графи впливу, застосування графових моделей для розпаралелювання	10	10
7	Тема 6 Функція ізоефективності - аналітичний засіб масштабованості паралельного алгоритму	10	20
8	Тема 7 Рекурсивний алгоритм матричного добутку	15	20
9	Тема 8 Паралельні алгоритми методів Жордано та Халецького	15	10

10	Тема 9 Паралельні алгоритми розв'язання систем звичайних диференційних рівнянь	16	14
	Усього годин	116	164

6.5. Індивідуальні та/або групові завдання

Не передбачено навчальним планом

7. Література

7.1. Основна

1. Foster I. Designing and Building Parallel Programs. URL: <https://www.mcs.anl.gov/~itf/dbpp/>
2. Grama A., Gupta A., Karypis G., Kumar V. Introduction to Parallel Computing. Addison Wesley. 856p. URL: <https://www-users.cs.umn.edu/~karypis/parbook/>
3. Pacheco Peter S. An Introduction to Parallel Programming (2nd Edition). Morgan Kaufmann publications, 2020. 450 p. ISBN-10: 0-12-804605-8. URL: <http://www.e-tahtam.com/~turgaybilgin/2013-2014-guz/ParalelProgramlama/ParallelProg.pdf>
4. Schmidt B., Gonzalez-Dominguez J., Hundt C., Schlarb M. Parallel Programming: Concepts and Practice 1st Edition. Morgan Kaufmann publications, 2017. 416 p. ISBN-13: 978-0128498903
5. Назарова І.А. Паралельні обчислення / І.А. Назарова, О.А. Дмитрієва. Покровськ: ДВНЗ «ДонНТУ», 2020. 246 с. ISBN 978-966-377-237-0
6. Луцків А.М. Паралельні та розподілені обчислення: навч. посіб. / А.М. Луцків, С.А. Лупенко, В.В. Пасічник. Львів: вид-во Магнолія, 2017. 566 с. ISBN 978-617-574-110-8
7. Основні поняття про паралельні обчислення / Укладач Є. Ваврук. Львів: Національний університет «Львівська політехніка», 2015. 109 с.

7.2. Допоміжна

1. Grand Challenges: High performance computing and communications // A report by the Committee on Physical, Mathematical and Engineering Science, NSF/CISE, 1800 G. Street NW, Washington, DC 20550, 2001.
2. Grama A., Gupta A., Kumar V. Isoefficiency: Measuring the scalability of parallel algorithms and architectures // IEEE Parallel and Distributed technology, 2003. P. 12-21.
3. Фельдман Л.П., Назарова І.А. Паралельні однокрокові методи чисельного розв'язання задачі Коші. – Д.: ДВНЗ «ДонНТУ», 2011. 185с. <http://ea.donntu.edu.ua:8080/jspui/handle/123456789/32417>

7.3. Методична

1. Фельдман Л.П., Назарова І.А. Современные параллельные методы численного решения задачи Коши. – Д.: ДВНЗ «ДонНТУ», 2013. – 207с. <http://ea.donntu.edu.ua:8080/jspui/handle/123456789/32419>
2. Методичні вказівки до практичних робіт за курсом «Паралельні інформаційні системи» для магістрів спеціальності 121 Інженерія програмного забезпечення спеціалізації «Інженерія програмного забезпечення» та «Програмне забезпечення мультимедійних систем для ігрових додатків» денної форми навчання [Електронний ресурс]: / укладач І.А. Назарова; відповідь. за випуск О.А. Дмитрієва . Покровськ, 2018. 58 с.
<http://89.185.3.253:9080/download.php?rec=22270>
<http://ea.donntu.edu.ua:8080/jspui/handle/123456789/32418>

8. Інформаційні ресурси

1. Матеріали групи IEEE по кластерним обчисленням (<http://www.ieeetfcc.org>)
2. Introduction to Parallel Computing (Teaching Course)
(<http://www.ece.nwu.edu/~choudhar/C58/>)
3. TOP500 Supercomputer Home Page [Електронний ресурс]. URL:
<https://www.top500.org>
4. Foster I. Designing and Building Parallel Programs. Addison Wesley.
(<http://www.mcs.anl.gov/dbpp>)